

# **Kuinka parantaa kartongin vedenhylkivyyttä**

Sonja Norpila

Materiaalitutkimus-kurssi

Muotoilun pääaine

Muotoilun laitos

Taiteiden- ja suunnittelun korkeakoulu

Aalto-yliopisto

Kevät 2020

## Tiivistelmä

Tutkimusaiheenani on erilaisten kartonkien vedenkeston parantaminen erilaisilla öljy-, vaha- ja saippuakäsittelyillä. Valitsin tutkimukseeni kuusi erivahvuista ja -laatuista kartonkia, jotka upotettiin viiteen erilaiseen aineeseen. Tutkimusaineina olivat mehiläisvaha, soijavaha, kookosöljy, parafiini ja Marseille-saippua. (Taulukko 1.) Jokaisen yhdistelmän toisen koepalan vedenkestoa havainnoin sellaisenaan ja toiseen tein taitoksen. (Kuva 1.) Koepaloja on yhteensä 60 kappaletta. Halusin selvittää, auttaako kartongin kyllästäminen parantamaan sen vedenkestoa ja kestääkö pinnoitettu kartonki vettä myös taittamisen jälkeen. (Kuva 2.)

Ennen tutkimusta toteutin esisarjan, jossa kokeilin, mikä olisi paras tapa levittää tutkimusaine koepaloihin. Esisarjassa testasin aineen telaamista kartongille, sulatetun aineen kaatamista kartongille sekä koepalan upottamista aineeseen. Tuloksien perusteella päätin, että tutkimukseeni sopii parhaiten palojen upottaminen aineeseen pihtien avulla.

Selvisi, että parafiini hylkii vettä parhaiten, mutta se hilseili irti koepaloista heti kuivuttuaan. Toiseksi nousi kookosöljy, joka imeytyi kartongin rakenteeseen ja melkein kaikki koepalat pitivät vettä. Kookosöljyn huono ominaisuus tässä tutkimuksessa on sen matala sulamispiste. Koepalat sotkivat kädet ja kookosöljy alkoi sulaa kosketuksesta. Huonoiten vettä piti Marseille-saippuakalvo. Kaikista koepaloista vesi meni läpi jo muutamassa tunnissa. Kartongeista sunshine-kierrätyskartonki toimi parhaiten aineiden kanssa. Pinnoista tuli kauniita ja ohuita ja sen lisäksi sunshine-kartonki pysyi suorana. Kartongeista huonoimmaksi ilmeni valmiiksi pinnoitettu Gloss, sillä se reagoi pääsääntöisesti kaikkiin aineisiin kupruilemalla.

Jokaisella on jokin huono ominaisuus, joka pitäisi saada ratkaistua, ennen kuin ainetta pystyisi käyttämään parantamaan kartongin vedensietoa. Osa tutkimuksen koepaloista hylkii vettä erittäin hyvin mutta silti ne joko halkeilevat, sotkevat tai kupruilevat. (Kuva 3.) Koepalojen taittaminen vähensi niiden vedenhylkivyyttä ja johti tutkimusaineiden halkeiluun koepalan pinnassa.

Avainsanat: mehiläisvaha, kookosöljy, soijavaha, parafiini, saippua, vedensieto, vedenhylkivyyys, kartonki

# Sisälllys

## 1 Tiivistelmä

## 2 Sisällysluettelo

## 3 Johdanto

## 4 Menetelmä 5

### 4.1 Tutkimuksen järjestely ja esisarja

### 4.2 Tutkimuksen toteutus

#### 4.2.1 Mehiläisvaha 6

#### 4.2.2 Soijavaha 7

#### 4.2.3 Kookosöljy 7

#### 4.2.4 Marseille-saippua 7

#### 4.2.5 Parafiini 8

## 5 Tulokset 9

## 6 Johtopäätökset 13

## 7 Lähteet 14

## Johdanto

Tässä harjoitustyössä tutkin kartonkilaatujen vedenhylkivyyttä. Aikaisemmassa yritysyhteistyössäni NordicMeal Oy:n kanssa, nousi ilmi vedenkestävän kartonkipakkauksen tarve markkinoille. Joitakin vedenkestäviä kartonkipakkauksia on olemassa jo, ja niiden suosio kasvaa jatkuvasti.

Pakkausteollisuudessa halutaan siirtyä ekologisempiin vaihtoehtoihin, eikä haluta enää käyttää muovikalvoja tai fluorokemikaaleja pakkauksissa (Lampela, 2018). Tämä tarve toimii innoituksena tutkimuksessani, jossa selvitän, minkälaisilla luonnonmukaisilla materiaaleilla kartonkia on mahdollista pinnoittaa ja kuinka se vaikuttaa erilaisten kartonkilaatujen vedenhylkivyyteen.

Valitsin tutkimukseeni kuusi erilaista kartonkilaatua, jotka vaihtelivat pinnoitetusta kiiltävästä kartongista kierrätettyyn kartonkiin. Tutkimusaineiksi valitsin mehiläisvahan, soijavahan, Marseille-saippuan, parafiinin sekä kookosöljyn. Valitsemalla erilaisia kartonkeja ja tutkimusaineita, minun oli mahdollista saada aikaiseksi laajempi koesarja. Valitsin tutkimusaineet, joilla odotin olevan jonkinlaisia vedenhylkivyyssominaisuuksia.

Hypoteesini on, että jokaisella valitsemallani tutkimusaineella on sekä positiivisia että negatiivisia ominaisuuksia. Oletan oman aikaisemman kokemukseni perusteella, että parhaimman pinnan luo soija- ja mehiläisvaha ja uskon niiden pitävän kohtuullisesti vettä. Kookosöljy ja Marseille-saippua saattavat pitää vettä, mutta saippua liukenee veteen ja kookosöljyllä on hyvin alhainen sulamispiste. Uskon, että nämä ominaisuudet saattavat aiheuttaa haasteita kartongin käsiteltävyydelle.

Tutkimuksessa jokaisesta kartonkilaadusta toteutetaan kaksi koepalaa, suora sekä taitettu versio. Jokainen koepala kastetaan vuorollaan sulatettuun materiaaliin. Vedenhylkivyyttä testataan asettamalla kaikki koepalat kuivuneina silkkipaperin päälle ja jokaiselle koepalalle tiputetaan vettä. Jos koepala ei kestä vettä, alla olevan silkkipaperin värin pitäisi muuttua.

Tutkimustani varten olen tutustunut muun muassa opinnäytetöihin: Oona Salojärvi, Veden- ja lianhylkivyyden testaus verhoilutekstiileissä, Lahden Ammattikorkeakoulu, Prosessi- ja materiaalitekniikka Kuitu- ja polymeeritekniikka, 2019 sekä Matilda Tuure, Ulkoilun ja vapaa-ajan mallisto Haltille hitaamman elämäntahdin puolesta, Lahden ammattikorkeakoulu, Muotoiluinstituutti, Muoti- ja vaatesuunnittelu, 2009.

## Menetelmä

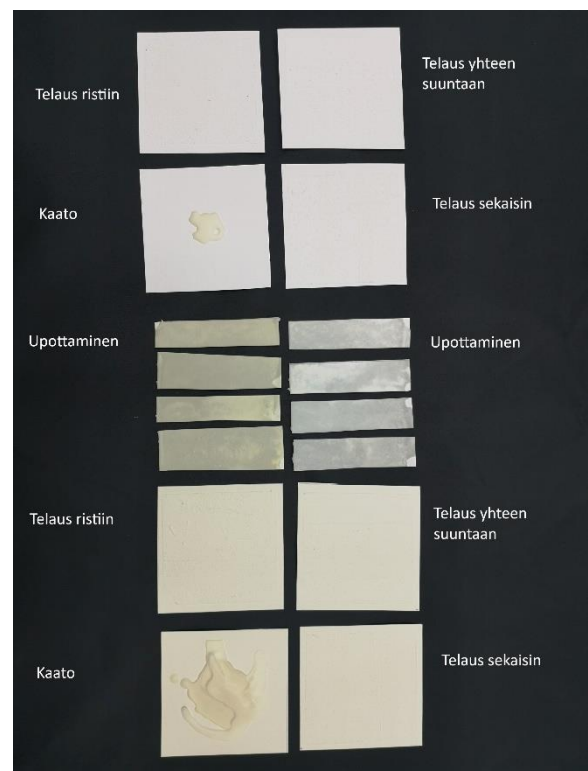
### 4.1 Tutkimuksen järjestely ja esisarja

Aloitin tutkimuksen etsimällä vaihtoehtoja, joita voisin pinnoiteaineena käyttää. Aluksi halusin valita sellaisia aineita, joita voisi mahdollisesti käyttää myös ruokateollisuuden pakkauksissa. En kuitenkaan ottanut tätä määrääväksi kriteeriksi, sillä tutkimusaineiden osoittaminen turvalliseksi ruokateollisuuden kriteereiden mukaan osoittautui haasteelliseksi niillä välineillä ja niissä tiloissa, missä tutkimuksen toteutin. Valitsin tutkimukseeni sojavahan, mehiläisvahan, parafiinin, Marseille-saippuan ja kookosöljyn. Ne ovat keskenään erilaisia, mutta turvallisia aineita käsitellä, sillä niitä käytetään esimerkiksi kynttilöiden teossa, ruoka-aineena tai käsitöissä.

Pinnoitusaineiden lisäksi halusin tutkia niiden käyttäytymistä eripaksuisten - ja laatuisten kartonkien kanssa. Hankin tutkimusta varten kuutta kartonkia. Ensimmäinen kartonki on 150 grammainen Pure, joka on ominaisuuksiltaan lähellä normaalia piirustuspaperia ja kirkkaan valkoinen. Toinen on 170 grammainen Sunshine -kierrätyskartonki, jossa on havaittavissa kuituja sekä kimalletta ja sen väri on kermanvalkoinen. Kolmas on 170 grammainen Gloss, joka on pinnoitettu, kiiltävä sekä kirkkaan valkoinen kartonki. Neljäs on 200 grammainen Fabriano, joka on klassinen vesivärikartonki ja kirkkaan valkoinen. Viides on 256 grammainen Bambu, kellertävän vaalea ja paksu kartonki. Viimeisenä on 300 grammainen Foto, joka on kirkkaan valkoinen ja erittäin paksu kartonki.

Valitsin erilaisia kartonkeja, jotta saisin tutkimuksessa mahdollisimman paljon tietoa, kuinka erilaiset kartonkilaadut reagoivat tutkimusaineisiin. Tutkimusaineiden ja -kartonkien lisäksi tutkimukseen tarvitsin vesihaudekattiloita, lautasen ja kauhan aineiden sekoitukseen, telineen johon koepalat saatiin kuivumaan, lämpömittarin, pihdit, teloja ja kohdeilmastoinnin.

Ennen varsinaista tutkimusta toteutin esisarjan, jossa tutkin erilaisia tapoja levittää tutkimusaine koepaloille. Tavoitteena oli saada sileä ja eheä pinta jokaisesta tutkimusaineesta. Samankaltainen pinta jokaisesta aineesta varmistaisi paremmin, että saan vertailtavia tuloksia. Esisarjassa kokeilin erilaisia telaustapoja, aineen kaatamista koepalalle sekä



Kuva 1. Esisarja erilaisista levitystavoista.

koepalan kastamista nesteeseen. Tämän perusteella valitsin koepalan kastamisen nesteeseen. Tutkimusaineet reagoivat tähän samankaltaisesti.

Suunnittelin koepaloille nimeämisjärjestelmän, jotta tiedän mikä pala on kastettu mihinkin nesteeseen ja mitä kartonkia palat ovat. Numero- ja kirjainyhdistelmän perään tuli vielä A tai B kuvaamaan onko koekappale suora (A) vai taitettu (B). (ks. taulukko 1.)

**Taulukko 1.** Koepalojen nimeämisjärjestelmä.

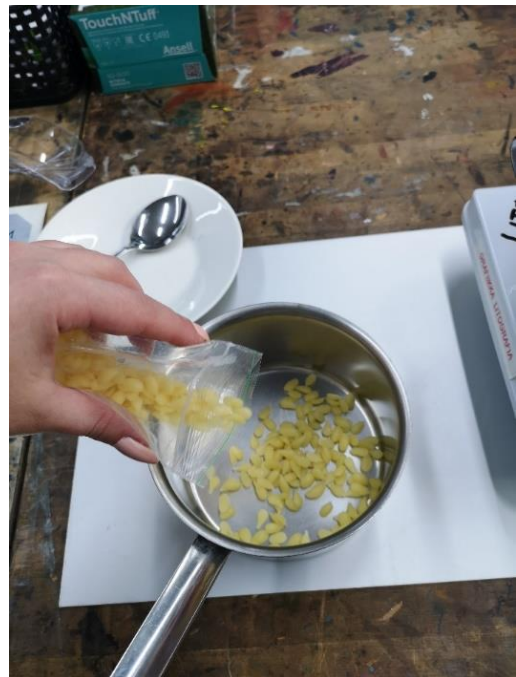
	Pure <b>P</b>	Sunshine <b>S</b>	Gloss <b>G</b>	Fabiano <b>Fa</b>	Bambu <b>B</b>	Foto <b>Fo</b>
Mehiläisvaha <b>1</b>	1PA/1PB	1SA/1SB	1GA/1GB	1FaA/1FaB	1BA/1BB	1FoA/1FoB
Soijavaha <b>2</b>	2PA/2PB	2SA/2SB	2GA/2GB	2FaA/2FaB	2BA/2BB	2FoA/2FoB
Marseille-saippua <b>3</b>	3PA/3PB	3SA/3SB	3GA/3GB	3FaA/3FaB	3BA/3BB	3FoA/3FoB
Parafiini <b>4</b>	4PA/4PB	4SA/4SB	4GA/4GB	4FaA/4FaB	4BA/4BB	4FoA/4FoB
Kookosöljy <b>5</b>	5PA/5PB	5SA/5SB	5GA/5GB	5FaA/5FaB	5BA/5BB	5FoA/5FoB

Ennen tutkimuksen aloitusta järjestelin itselleni tutkimustilan valmiiksi. Tutkimusta toteuttaessa oli huomionarvoista, että esimerkiksi soija- ja mehiläisvahat jähmettyivät nopeasti takaisin kiinteään muotoon, joten kaikki tarvittava oli oltava lähellä valmiina. Lisäksi tutkimuksessa on otettava huomioon, että vahat saattavat syttyä palamaan lämmitessään liikaa ja paloturvallisuus on varmistettava.

## 4.2. Tutkimuksen toteutus

### 4.2.1 Mehiläisvaha

Aloitin koesarjan valmistamisen mehiläisvahasta. Mehiläisvahan sulamisaste on noin 65 astetta ja se sulaa kellertäväksi mutta kirkkaaksi nesteeksi. Mehiläisvaha pysyi sulana kohtuullisen ajan, mutta sitäkin jouduin lämmittämään kastamisen välillä. Mehiläisvahasta muodostui melko paksu kerros koepaloihin jo yhdellä kastamisella. Vahan väri alkoi muuttua keltaisemmaksi sitä mukaa, kun koepalat saivat kuivua. Kastamisvaiheessa huomasin, kuinka jotkin kartongit imivät vaha kuitun sisälle ja toisissa vaha jäi taas pinnalle. Mehiläisvaha jäi kattilaan ja muihin työvälineisiin tiukasti kiinni ja vaati vaivaa saada se irti.



**Kuva 2.** Mehiläisvahan sulatus.

#### 4.2.2 Soijavaha

Seuraavana oli soijavaha. Sojavahan sulamispiste on noin 50 astetta, joten se sulaa nopeasti ja muuttuu kirkkaaksi nesteeksi. Se jähmettyy erittäin nopeasti ja vaati nopeita toimia saada koepalat kastettua siihen. Koepalat eivät peittyneet aivan kokonaan mihinkään tutkimusaineista, mutta niitä ei kastettu kahta kertaa, jotta kaikissa olisi yhtäläinen kerros tutkimusainetta. Jokainen koepala kastettiin soijavahaan yksitellen ja sen jälkeen ripustettiin kuivumaan telineeseen. Soijavaha oli helppo puhdistettava sen alhaisen sulamislämpötilan takia. Kuuma hanavesi riitti sen puhdistamiseen.

#### 4.2.3 Kookosöljy

Kolmantena sulatin kookosöljyn. Kookosöljyllä on niin alhainen sulamispiste, että se alkoi sulaa välittömästi ja pysyi nestemäisenä niin kauan, että kerkesin kastaa kaikki koepalat siihen. Ongelma oli, että kookosöljy valui koepaloista pitkän aikaa ennen kuin ne alkoivat kuivua. Pelkäsin, ettei kartonkeihin jää minkäänlaista pintaa, jolla tehdä vedenhylkivyydesti. Puhdistaminen oli helppoa.



Kuva 3. Kastan koepalan soijavahaan.

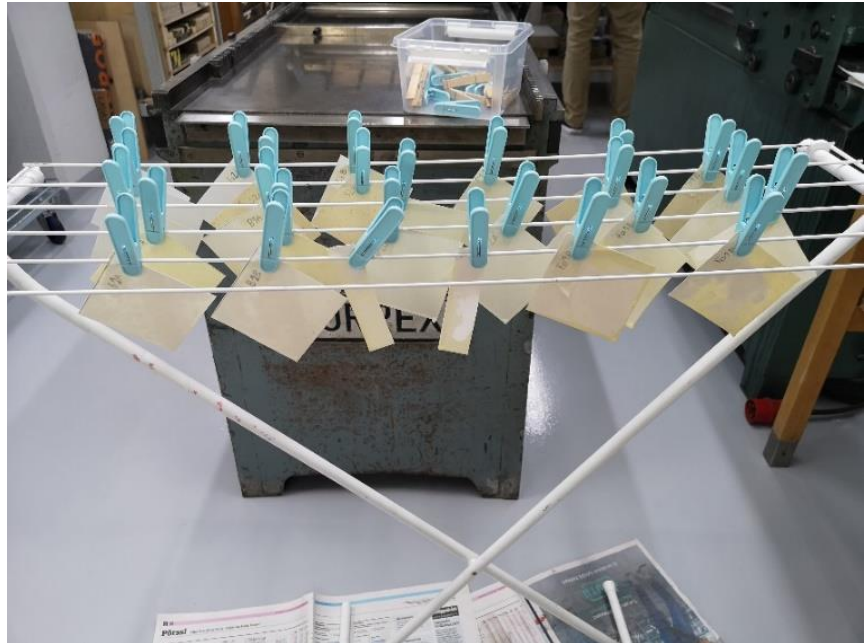
#### 4.2.4 Marseille-saippua

Marseille-saippuan kanssa oli hankaluuksia. Saippua ei sulanutkaan vesihauteessa odotusteni mukaisesti. Luulen valinneeni väärän saippuan. Minun olisi pitänyt valita saippuanvalmistukseen tarkoitettua saippuamateriaalia. Jouduin lisäämään saippuan sekaan vettä, jotta sain koostumuksen sellaiseksi, että koepalat oli mahdollista kastaa siihen. Koostumus oli silti paakuista ja venyvää. Onnistuin kuitenkin saamaan kaikkiin koepaloihin jonkinlaisen pinnan. Se vähä, mitä sain saippuaa sulatettua, jähmettyi erittäin nopeasti. Jälkikäteen mietin, että saippua

olisi ehkä pitänyt raastaa kattilaan, eikä laittaa paloina. Saippua olisi saattanut sulaa tällöin tasaisemmin.

#### 4.2.5 Parafiini

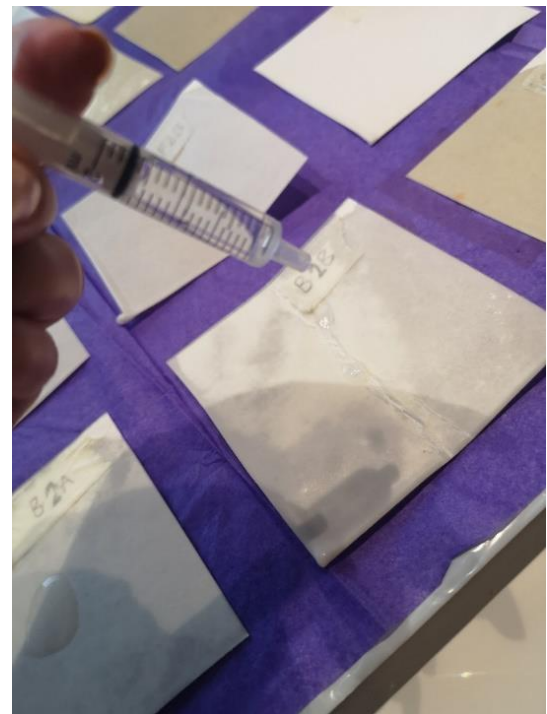
Viimeiseksi tein kokeen parafiiniöljyllä, joka toimi erittäin hyvin. Sen sulamispiste on 40-70 asteen välillä ja se sulikin kohtuullisen nopeasti. Parafiini pysyi nestemäisenä melko hyvin, mutta pinnalle muodostui kalvo, jota jouduin uudelleenlämmittämään muutaman kerran. Parafiini vaikutti samankaltaiselta kuin mehiläisvaha ja oli yhtä hankalasti puhdistettava kaikista tutkimusvälineistä.



Kuva 4. Koepalojen kuivatusteline.

Koepalat ripustettiin pyykkipojilla kuivumaan yhdestä kulmasta, jotta koskemattonta pinta-alaa olisi mahdollisimman paljon. Samasta kulmasta löytyy jokaisen koepalan tunnus, joten samalla pystyin varomaan sen katoamista tutkimusaineiden alle.

Sillä aikaa, kun koesarja kuivui, aloin valmistelevaan vedenhylykivystestausta. Testiä varten tarvitsin muovisen alustan, silkkipaperia, pipetin ja vettä. Silkkipaperi reagoi veteen päästämällä väriä, joten jos jokin koepala ei hylji vettä, vaan päästää sen lävitse, silkkipaperin pitäisi muuttaa väriä sen alla. Vedenkestotestiä varten taitoin jokaisen B-koepalan kahtia keskeltä. Jotkin pinnoiteaineet, kuten parafiini, alkoivat tässä vaiheessa halkeilla irti koepaloista. A-palat pidin suorana. Asettelin koepalat violetille silkkipaperille ja jokaiseen koepalaan tiputin pipetillä noin 0,5 millia vettä. Annoin kartonkien olla 14 tuntia koskemattomana, jotta näkisin, mistä paloista vesi menisi läpi ja kuinka taitetut koepalat reagoisivat. Kun koepalat olivat saaneet olla 14 tuntia rauhassa, kävin

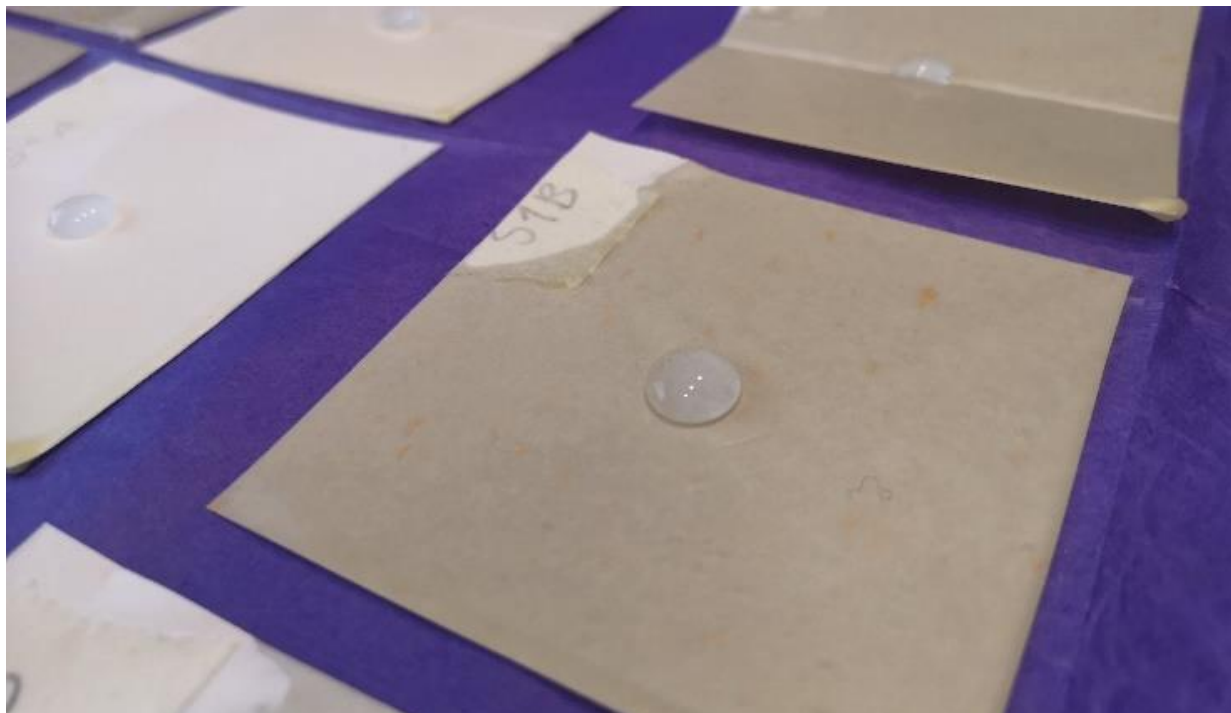


Kuva 5. Jokaiseen koepalaan tiputetaan 0,5ml vettä.



jokaisen läpi ja kirjasin ylös havaintoni. Toiset aineet olivat hylkineet vettä erittäin hyvin ja toiset eivät ollenkaan.

Tutkimuksen lopuksi pakkasin koepalat makulatuuripaperiin, jotta ne pysyisivät poissa valolta ja lämmöltä. Haluan, että koesarja pysyisi esittelykelpoisena mahdollisimman pitkään.



**Kuva 6.** Sunshinekartonki kastettuna mehiläisvahaan.

## Tulokset

Käydessäni tutkimustuloksia läpi, havainnoin, kuinka hyvin tutkimusaine on pysynyt koepalan pinnassa, erottaako pinnan silmin vai onko se sulautunut paperiin, halkeileeko pinta ja onko koepala vettä hylkivä vai ei. Kirjoitin ylös myös muita kiinnostavia huomioita, joita nousi esiin tutkimustuloksista.

Marseille-saippua, soijavaha ja mehiläisvaha pysyivät kaikkien koepalojen pinnassa ja koepalat pysyivät suhteellisen suorana. Kookosöljy alkoi liueta koepalojen pinnalta heti kun siihen koski,

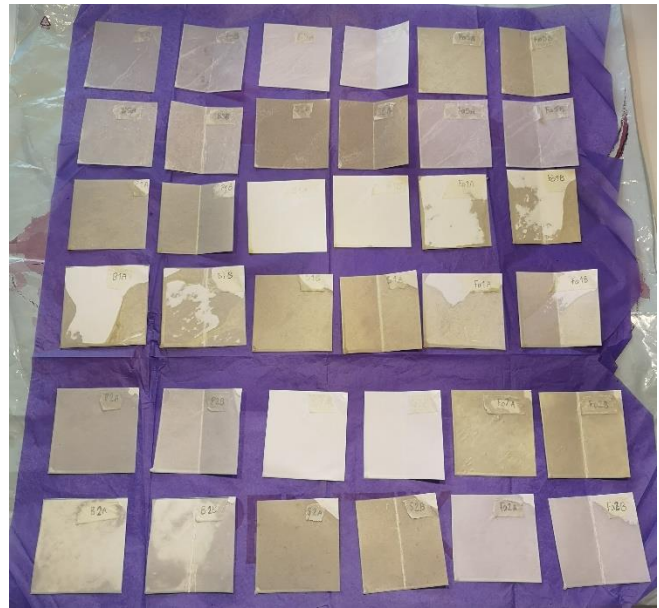
koska jo käsien lämpö saa kookosöljyn sulamaan ja parafiini halkeili, kun koepaloja alkoi käsittelemään. Nämä eivät ole hyviä ominaisuuksia ajatellen pakkaussuunnittelua.

Koepaloissa oli silmin havaittava pinta, paitsi Marseille-saippuassa sitä oli vaikea havaita. Parafiinista pinnan havaitsi kunnolla, kun B-palojen taite alkoi halkeilla. Mehiläisvahasta jäi paksuin ja selkein, kellertävä pinta.

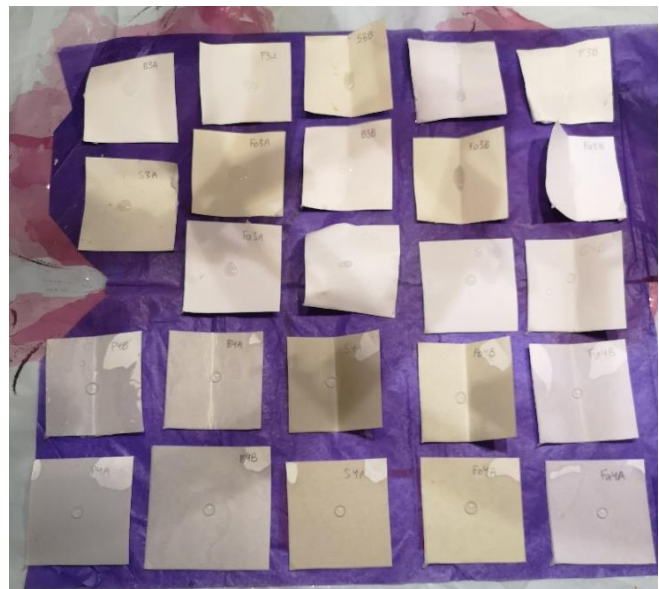
Parafiini oli ainut pinnoiteaine, joka alkoi välittömästi halkeilemaan kartongin pinnasta pois. Muissa koepaloissa oli havaittavissa vain satunnaista halkeilua, ja sekin suurimmaksi osaksi B-koepaloissa, joissa halkeilu johtui taitoksesta. Marseille-saippua aiheutti melkein kaikissa koepaloissa pahaa kupruilua ja vedenhylykivyysskokeen suorittaminen oli haastavaa näille paloille. Minun piti tarkasti katsoa, mihin kohtaan tiputan veden, ettei se vierähdä kartongilta saman tien pois.

Kookosöljyn ja mehiläisvahan kohdalla muutamasta koepalasta vesi joko haihtui ilmanvaihdon takia tai imeytyi kartonkiin. Vesipisara oli kadonnut, mutta silkkipaperiin ei myöskään tullut jälkeä veden läpimenosta. Koe olisi hyvä uusilla näillä paloilla, jotta tutkimuksesta saisi tarkemmat tulokset.

Vedenhylykivyyden suhteen kookosöljy ja parafiini olivat onnistuneimpia koepaloja, mikä oli yllättävää. Niiden huonot ominaisuudet eli kookosöljyn sulaminen ja parafiinin halkeilu, olivat saaneet minut epäilemään niiden vedenhylykivyyttä, mutta ne osoittautuivatkin parhaimmiksi pinnoiteaineiksi. Marseille-saippuan koepaloista yksikään ei hylkinyt vettä, vaan jokainen koekartonki oli päästänyt veden läpi. Tämä tulos ei yllättänyt minua, sillä en pitänyt saippuaa alun alkaenkaan vahvana tutkimusainevalintana, sillä arkielämässä saippua liukenee veteen. Hypoteesissani ennen tutkimusta olin pitänyt mehiläis- ja soijavahaa onnistuneina ainevalintoina, mutta todellisuudessa ne osoittautuivat keskinkertaisiksi. Sojavahan vedenhylykivyyteen vaikutti ratkaisevasti taitoksen tekeminen. Suorat palat pitivät vettä, mutta kaikki taitetut kappaleet päästivät sen läpi. Mehiläisvaha olisi saattanut yltää kookosöljyn ja



Kuva 7. Ylhäältä alaspäin: kookosöljy, mehiläisvaha ja soijavaha.



Kuva 8. Ylhäältä alaspäin: Marseille-saippua ja parafiini.

parafiinin rinnalle, mutta kahdestatoista koepalasta viidestä haihtui tai imeytyi vesi pois, jonka takia kyseenalaistan sen vedenhylkivyyden. (ks. taulukko 2.) Tutkimus olisi hyvä toistaa paremmin kontrolloidussa tilassa, jotta mehiläisvahan vedenkeston voisi varmentaa.

Tutkimus vahvisti olettamustani siitä, että jokaisella tutkimusaineella on huonoja ominaisuuksia, jotka vaikuttaisivat ratkaisevasti niiden käyttöön pakkaussuunnittelussa. Vaikka parafiini ja kookosöljy päihittivät muut tutkimusaineet vedenhylkivyydestä, niillä oli myös selkeimmin esiin nousseet huonot ominaisuudet; kookosöljyn sulaminen alhaisessa lämpötilassa sekä parafiinin halkeileminen. Soija- ja mehiläisvaha olivat ehkä keskinkertaisia vedenhylkivyydessä, mutta ne sopisivat paremmin pakkaussuunnitteluun muilta ominaisuuksiltaan. Yksikään tutkimusaine ei sovi pakkaussuunnitteluun sellaisenaan, vaan niitä pitäisi kehittää niin, että huonot ominaisuudet saataisiin minimoitua.

Pakkaussuunnittelun kannalta on tärkeää taitosten vedenkesto, joten jatkotutkimuksena voisin keskittyä tähän yksityiskohtaan.

**Taulukko 2.** Vedenhylkivyydestin tulokset.

Materiaali	Paperilaatu	Koepala (A/B)	Pysyy pinnassa	Erotettava pinta	Halkeilee	Veden-kestävä	Muita huomioita
<b>Soijavaha</b>	Pure	A	x	x		x	Kupruilee
		B	x	x			
	Bambu	A	x	x			
		B	x	x	x		
	Gloss	A	x	½		x	Kupruilee
		B	x	½			Kupruilee
	Sunshine	A	x	½		x	Kupruilee
		B	x	½	x		
	Foto	A	x	x		x	Kuplii
		B	x	x	x		Kuplii
	Fabiano	A	x			x	
		B	x		x		
<b>Mehiläisvaha</b>	Pure	A	x	x		x	
		B	x	x		x	
	Bambu	A	x	x		??	Imeytyi
		B	x	x		??	Imeytyi
	Gloss	A	x	½		x	
		B	x	½		x	
	Sunshine	A	x	½		x	
		B	x	½		x	
	Foto	A	x	x		??	Imeytyi
		B	x	x		??	Imeytyi
	Fabiano	A	x	½		x	
		B	x	x		??	Värimuutos
<b>Kookosöljy</b>	Pure	A		½		x	

		B		x		x	
	Bambu	A		x		x	
		B		x	x	x	
	Gloss	A		½		??	Imeytyi
		B		½		??	Imeytyi
	Sunshine	A		½		x	Kuplii
		B		½		x	Kuplii
	Foto	A		x		x	Kuplii
		B		x			Kuplii
	Fabiano	A		½		x	
		B		½		x	
Parafiini	Pure	A		x	x	x	Kuplii
		B		x	x	x	Kuplii
	Bambu	A			x	x	
		B			x	x	
	Gloss	A			x	x	
		B			x	x	
	Sunshine	A			x	x	
		B			x	x	
	Foto	A			x	x	
		B			x	x	
	Fabiano	A			x	x	Kuplii
		B			x	x	
Marseille	Pure	A	x				
		B	x				
	Bambu	A	x				Kuplii
		B	x				Kuplii
	Gloss	A	x				Kupruilee
		B	x		x		Kupruilee
	Sunshine	A	x				
		B	x				
	Foto	A	x				
		B	x				
	Fabiano	A	x				Kuplii
		B	x		x		Kuplii

## Johtopäätökset

Tutkimus osoitti, kuinka haasteellista kartongin kyllästäminen vedenkestäväksi on. Valitsemani tutkimusaineet vaikuttivat potentiaalisilta, mutta niillä on kaikilla omat ongelmalliset ominaisuutensa, jotka nousivat hyvin esiin tässä tutkimuksessa.

Haasteellisinta tutkimuksessa oli sen suoritusolosuhteet. Jouduin suorittamaan puolet tutkimuksesta kevään 2020 koronavirusepidemian takia kotikaranteenissa, mikä asetti tiettyjä rajoituksia tutkimuksen tekemiselle. Koepalojen koko jäi myös pieneksi vesihauteen tilavuuden takia.

Pinnoitusaineista neljä viidestä hylki kohtuullisesti vettä ja soveltuisivat hyvin jatkotutkimukseen. Seuraavaksi haluaisin selvittää, voiko näitä tutkimusaineita yhdistää keskenään tai auttaisiko vedenhylkivyyteen, jos pinnoitusainetta olisi useampi kerros kartongin pinnalla. Tutkimisen arvoista olisi myös se, mikä laatu kartongeista olisi käytettävin pakkaussuunnitteluun ja kuinka kauan pinnoitetut kartongit kestävät vettä. Tämä tutkimus antoi viitteitä siitä, että kierrätyskartonki saattaisi olla ominaisuuksiltaan kaikkein varteenotettavin jatkotutkimuskohde.

Jatkotutkimuksen kannalta oleellista on tämän tutkimuksen osoitus siitä, ettei näistä pinnoitusaineista yksikään sovellu sellaisenaan pakkauskäyttöön, vaan jatkotutkimusta tarvitaan, jotta saadaan selville mahdolliset lisäaineet, jotka parantavat pinnoitusaineiden synnyttämän kalvon ominaisuuksia.

## Lähteet

**Oona Salojärvi**, 2019, Veden- ja lianhylykivyyden testaus verhoilutekstiileissä, Lahden Ammattikorkeakoulu, Prosessi- ja materiaalitekniikka Kuitu- ja polymeeritekniikka. Haettu 26.2.2020

**Matilda Tuure**, 2009, Ulkoilun ja vapaa-ajan mallisto Haltille hitaamman elämäntahdin puolesta, Lahden ammattikorkeakoulu, Muotoiluinstituutti, Muoti- ja vaatesuunnittelu. Haettu 2.3.2020

**Lampela, R. 2018.** Kiertotalous: Ei muovia, fluorokemikaaleja tai vahoja - uusi suomalainen pakkauskartonki sopii rasvaisiinkin ruokiin. Tekniikka & talous. 29.5.2018. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/ei-muovia-fluorokemikaaleja-tai-vahoja-uusi-suomalainen-pakkauskartonki-sopii-rasvaisiinkin-ruokiin/e234d113655f-3a92-acd2-3b7955637a7f> Viitattu 2.3.2020

**Sonja Norpila**, tutkimuksessa käytetyt kuvat, 2020